

***ART GALLERY PROBLEM UNTUK 1-GUARDED GUARDS
DAN 2-GUARDED GUARDS PADA POLIGON ORTHOGONAL***

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Matematika Program Studi Matematika



oleh:

Elisabet Ivanna Grace Handayani

1601501

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2020**

***ART GALLERY PROBLEM UNTUK 1-GUARDED GUARDS
DAN 2-GUARDED GUARDS PADA POLIGON ORTHOGONAL***

oleh:

Elisabet Ivanna Grace Handayani

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar
Sarjana Matematika Program Studi Matematika Konsentrasi Terapan

©Elisabet Ivanna Grace Handayani
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2020

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

ELISABET IVANNA GRACE HANDAYANI

**ART GALLERY PROBLEM UNTUK 1-GUARDED GUARDS DAN 2-
GUARDED GUARDS PADA POLIGON ORTHOGONAL**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

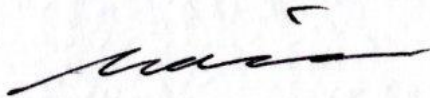
Pembimbing I



Dr. Kartika Yulianti, M.Si.

NIP. 198207282005012001

Pembimbing II

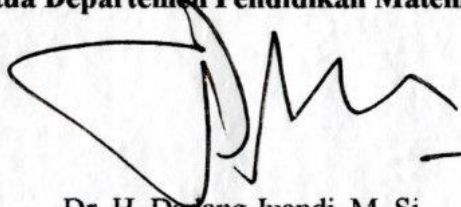


Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si.

NIP. 197711282008122001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Matematika



Dr. H. Dadang Juandi, M. Si.

NIP. 196401171992021001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “*Art Gallery Problem untuk 1-Guarded Guards dan 2-Guarded Guards Pada Poligon Orthogonal*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Januari 2020

Yang membuat pernyataan

Elisabet Ivanna Grace Handayani

NIM 1601501

KATA PENGANTAR

Pujian dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas segala rahmat dan kasih sayang-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “***Art Gallery Problem untuk 1-Guarded Guards dan 2-Guarded Guards Pada Poligon Orthogonal***” ini yang bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat bagi penulis memperoleh gelar sarjana matematika konsentrasi terapan pada Program Studi Matematika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak kalangan, baik bagi penulis maupun bagi pembaca.

Bandung, Januari 2020

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini perkenankan penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Ibu **Dr. Kartika Yulianti, M.Si**, selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi dan semangat hingga akhir penulisan skripsi ini.
2. Ibu **Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si**, selaku pembimbing II yang telah bersedia memberikan bimbingan, meluangkan waktu untuk memberi arahan dan motivasi hingga akhir penulisan skripsi ini.
3. Bapak **Drs. H. Cece Kustiawan, M. Si**, selaku Ketua Program Studi Matematika yang senantiasa memberikan arahan dan solusi bagi penulis dalam menyelesaikan masalah-masalah hingga akhir penulisan skripsi ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Rizky Rosjanuardi, M.Si** dan Ibu **Dra. Entit Puspita, M.Si**, selaku pembimbing akademik yang senantiasa memberikan arahan, solusi, dukungan serta motivasi bagi penulis selama masa perkuliahan.
5. Bapak/Ibu dosen dan tenaga kependidikan di Departemen Pendidikan Matematika yang senantiasa tulus dan ikhlas memberikan ilmu dalam perkuliahan selama penulis menimba ilmu.
6. Kedua orang tua tercinta, kakak-kakak dan adik tersayang yang telah menyemangati, memberikan doa, serta dukungan secara moral dan materi sehingga penulis mendapatkan kelancaran dalam perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Teman Departemen Pendidikan Matematika 2016, khususnya Matematika C 2016 yang menjadi motivasi untuk sesegera mungkin menyelesaikan skripsi ini.
8. **Irma Eldiyana, Khairunisa Ramadhannur Diwi, dan Hamdan Anshory Martanegara**, selaku senior terbaik sekaligus sahabat penulis yang selalu kebersamai penulis dalam suka maupun duka untuk memberikan banyak masukan, motivasi, dukungan dan doa bagi penulis.

9. **Ahmad Shifa Uka**, teman yang kebersamai penulis, memberikan motivasi selama penyusunan skripsi dan keluarga **Saung Himelnah** lainnya yang senantiasa memberikan dukungan dan doa bagi penulis.
10. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusi, dukungan, dan semangat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas seluruh kebaikan serta ketulusan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini. Amin.

Penulis

Elisabet Ivanna Grace Handayani

ART GALLERY PROBLEM UNTUK 1-GUARDED GUARDS DAN 2-GUARDED GUARDS PADA POLIGON ORTHOGONAL

ABSTRAK

Art Gallery Problem for k -guarded guards adalah masalah menentukan jumlah k -*guarded guards* yang dapat mengawasi seluruh bagian poligon dengan n simpul. K -*guarded guards* adalah penjaga yang dapat melihat sebanyak k penjaga lainnya. Penempatan k -guarded guards sangat dibutuhkan pada kehidupan sehari-hari, khususnya untuk meningkatkan pengawasan di suatu ruangan dari pencurian yang bukan hanya berasal dari pengunjung luar, tetapi juga penjaga. Penelitian ini membahas *art gallery problem for k -guarded guards* pada poligon orthogonal untuk $k = 1$ dan $k = 2$. Poligon orthogonal adalah poligon yang memiliki sisi yang digambarkan oleh sejumlah pasangan sumbu koordinat kartesius yaitu garis horizontal dan vertical yang saling tegak lurus dan membentuk sudut dalam sebesar 90° atau 270° . Untuk $k = 1$ yang dikenal dengan *art gallery problem for 1-guarded guards*, masalah telah diselesaikan melalui konsep pewarnaan graf. Penelitian ini mengkontruksi teorema baru melalui konsep yang sama sebagai penyelesaian untuk $k = 2$ atau yang dikenal sebagai *art gallery problem for 2-guarded guards* dan mengimplementasikan penempatan *1-guarded guards* pada suatu toserba di kota Bandung.

Kata kunci: *Art gallery problem for guarded guards*, *art gallery problem for 2-guarded guards*, poligon orthogonal, pewarnaan graf

ART GALLERY PROBLEM FOR 1-GUARDED GUARDS AND 2-GUARDED GUARDS IN ORTHOGONAL POLYGON

ABSTRACT

Art Gallery problem for k -guarded guards is the problem to find the minimum number of k -guarded guards that are always sufficient and sometimes necessary to protect a polygon with n vertices. A k -guarded guard is a guard that can see k other guards. Placing k -guarded guards are required in this day, especially to increase rooms protection from the theft that may be not only visitors but also guards. This research discuss about art gallery problem for k -guarded guards in orthogonal polygon for $k = 1$ and $k = 2$. An Orthogonal poligon is a polygon which edges are all aligned with a pair of orthogonal coordinate axes, which we take to be horizontal and vertical, and always meet orthogonally, with internal angles of either 90° or 270° . For $k = 1$ which is known by art gallery problem for 1-guarded guards was solved by graph coloring arguments. This research discuss a new theorem to settle the problem for $k = 2$ that is known by art gallery problem for 2-guarded guards, and implement 1-guarded guards placement in one of department store in Bandung.

Key words: Art gallery problem for guarded guards, art gallery problem for 2-guarded guards, orthogonal polygon, graph coloring.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Definisi Poligon.....	7
2.2 Diagonal Poligon dan <i>Visibility</i>	8
2.3 Dasar-dasar Graf	10
2.4 Jenis-jenis Graf.....	11
2.5 Pewarnaan Graf	12
2.6 Triangulasi dan Quadrangulasi.....	14
2.7 Graf Triangulasi Dual.....	16
2.8 <i>Art Gallery Problem</i>	17
2.9 Pembuktian Fisk Pada <i>Art Gallery Problem Theorem</i>	17
2.10 <i>Art Gallery Problem</i> pada Poligon Orthogonal.....	19
BAB 3 <i>ART GALLERY PROBLEM UNTUK 1-GUARDED GUARDS DAN 2-GUARDED GUARDS</i>	22
3.1 Penyelesaian guarded guards pada poligon orthogonal	23
3.2 Penyelesaian 2-guarded guards pada poligon orthogonal	26

3.3	Ilustrasi masalah <i>guarded guards</i> dan <i>2-guarded guards</i>	29
BAB 4 IMPLEMENTASI <i>ART GALLERY PROBLEM FOR GUARDED GUARDS</i>		
	36
4.1	Data Penelitian	37
4.2	Implementasi	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a), (b) Kurva Tertutup Tidak Sederhana (c) Kurva Tertutup Sederhana	7
Gambar 2.2 Diagonal Poligon.....	9
Gambar 2.3 Diagonal yang non crossing pada poligon 7-simpul	9
Gambar 2.4 Graf G dan Pewarnaan 4-coloring.....	13
Gambar 2.5 Graf G dan pewarnaan sisinya	13
Gambar 2.6 Graf G dan pewarnaan wilayahnya	14
Gambar 2.7 Poligon 10-simpul dan diagonal non crossing-nya	15
Gambar 2.8 Art gallery problem pada poligon orthogonal.....	20
Gambar 2.9 Contoh pembentukan quadrangulasi yang salah	21
Gambar 3.1 Contoh Visibility dan Non visibility	23
Gambar 3.2 Poligon orthogonal P	29
Gambar 3.3 Graf quadrangulasi Q	29
Gambar 3.4 2-coloring pada Graf quadrangulasi Q	30
Gambar 3.5 Graf triangulasi T	31
Gambar 3.6 3-coloring pada graf triangulasi T	31
Gambar 3.7 Simpul penjaga poligon P	32
Gambar 3.8 Penempatan guarded guards poligon P	33
Gambar 3.9 (a) 4-coloring pada Graf quadrangulasi Q (b) Penjaga baru dari 4-coloring	34
Gambar 3.10 Penempatan 2-guarded guards pada poligon P	35
Gambar 3.11 Denah Toserba GY.....	37
Gambar 3.12 Poligon dari toserba GY.....	38
Gambar 3.13 Graf quadrangulasi Q_{18} dan Q_{66}	39
Gambar 3.14 2-coloring pada Graf quadrangulasi Q_{18} dan Q_{66}	40

Gambar 3.15 Graf triangulasi T_{18} dan T_{66}	41
Gambar 3.16 3-coloring T_{18} dan T_{66}	42
Gambar 3.17 Simpul guarded guards P_{18} dan P_{66}	43
Gambar 3.18 Guarded guards toserba GY	43

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, Helmi, & Fran, F. (2019). *Pewarnaan Simpul, Sisi, Wilayah Pada Graf dan Penerapannya*. Bimaster Ilmiah, 08, 773-782.
- Chesnokov, N. (2018). *The Art Gallery Problem: An Overview and Extension to Chromatic Coloring and Mobile Guards*. Cambridge: MIT Mathematics
- Fisk, S. (1977). *A Short Proof of Chvatal's Watchman Theorem*. Combinatorial Theory B 24, 374.
- Marsudi. (2016). *Teori Graf*. Universitas Brawijaya Press.
- Michael, T. (2009). *How to Guard an Art Gallery and Other Discrete Mathematical Adventures*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press
- Munir, R. (2010). *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung.
- O'Rourke, J. (1987). *Art Gallery Theorems and Algorithms*. New York: Oxford University Press, Inc.
- O'Rourke, J. (1997). *Computational Geometry in C* (2nd ed.). Massachusetts: Cambridge University Press.
- Rahman, M. S. (2017). *Basic Graph Theory*. Dhaka, Bangladesh: Springer.
- Ruohonen, K. (2006). *Graph Theory*. Tampere University of Technology.
- T.S. Michael, V. P. (2003). *Art gallery theorms for guarded guards*. Computational Geometry 26, 247-258.
- Zylinski, P. (2004). *Art galleries with k-guarded guards*. Matematica 24, 111-127.